

Pengaruh Penggunaan Agregat Batujajar Pada Campuran Beraspal Porus Dalam Mengatasi Genangan Akibat Hujan di Permukaan Jalan

Nurul Fauziah¹, Atmy Verani Rouly Sihombing², Firdayanti³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
e-mail: nurul.fauziah.tksi19@polban.ac.id

ABSTRAK

Genangan air diakibatkan oleh intensitas hujan yang tinggi, drainase yang tidak berfungsi dengan baik dan lain-lain. Kabupaten Bandung Barat merupakan salah satu daerah yang memiliki intensitas hujan yang tinggi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi genangan air yaitu dengan menggunakan campuran aspal porus. Campuran beraspal porus merupakan campuran beraspal dengan penggunaan persentase agregat kasar lebih besar daripada agregat halus. Gradasi agregat pada campuran beraspal porus yaitu gradasi terbuka atau seragam. Penelitian ini, karakteristik yang ditinjau yaitu pengujian porositas, permeabilitas, dan stabilitas pada campuran beraspal porus dengan menggunakan gradasi ideal menggunakan agregat Batujajar, untuk dianalisis terhadap intensitas curah hujan di daerah Kabupaten Bandung Barat. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan melakukan eksperimen langsung di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Polban. Hasil dari penggunaan agregat batujajar dengan gradasi Indonesia didapat nilai porositas sebesar 19.058%, permeabilitas sebesar 0.105 cm/detik, dan stabilitas sebesar 442.6 kg. Penerapan teknologi campuran beraspal porus ini dapat diterapkan pada perkerasan jalan dengan lalu lintas rendah di daerah Kabupaten Bandung Barat dengan intensitas hujan 0.081 cm/detik dan waktu penyerapan sebesar 2.08 menit yang menyatakan bahwa campuran beraspal porus dapat mengatasi genangan air hujan di daerah Kabupaten Bandung Barat.

Kata Kunci

Aspal Porus, Permeabilitas, Stabilitas, Waktu Penyerapan, Agregat Batujajar

1. PENDAHULUAN

Genangan air pada permukaan jalan mengakibatkan kerusakan jalan, dikarenakan air bisa membuat ikatan antara agregat dengan aspal menjadi longgar. Apabila ikatan antara aspal dengan agregat menjadi longgar, kendaraan yang lewat memberikan beban yang akan membuat jalan menjadi retak [1]. Terjadinya genangan umumnya disebabkan karena hujan lokal dengan intensitas yang tinggi, dimana drainase tidak dapat menampung lagi akibat melebihi kapasitas seharusnya, sistem drainase yang kurang baik serta banyaknya sampah yang tersumbat pada saluran drainase, endapan atau sedimentasi, dan superelevasi yang tidak sesuai [2][3]. Salah satu upaya untuk mengurangi genangan air di atas permukaan jalan yaitu dengan menggunakan campuran aspal porus. Campuran beraspal porus merupakan suatu perkerasan lentur dengan gradasi terbuka dengan persentase agregat kasar yang

digunakan lebih besar daripada agregat halus [4]. Pada perkerasan campuran beraspal porus agregat kasar yang digunakan yaitu berkisar 70%-85% sedangkan agregat halus berkisar 15%-30% [5]. Perbandingan persentase agregat yang digunakan bertujuan agar perkerasan campuran ini bisa memiliki rongga antar agregat yang lebih besar. Maka hal tersebut dapat menyebabkan perkerasan campuran beraspal porus mudah untuk mengalirkan air dan menghindari kerusakan jalan yang diakibatkan oleh air. Tetapi di satu sisi karena banyaknya agregat kasar yang digunakan akan menyebabkan stabilitas lebih kecil daripada campuran beraspal lainnya. Pada campuran perkerasan ini terdapat salah satu parameter pengujian campuran untuk mengetahui permeabilitas. Nilai permeabilitas aspal digunakan untuk mengetahui kemampuan campuran beraspal

porus untuk mengalirkan air [6] sehingga debit air yang dapat dialirkan oleh suatu perkerasan beraspal porus dapat diketahui. Berdasarkan Pusjatan, 2012 nilai permeabilitas minimum yaitu 1×10^{-2} cm/det. Dengan nilai permeabilitas yang tinggi campuran aspal porus cocok digunakan untuk daerah dengan intensitas hujan yang sedang sampai tinggi.

Daerah Kabupaten Bandung Barat memiliki intensitas hujan yang cukup tinggi. Pada tahun 2021, terdapat kasus banjir bandang di salah satu kecamatan di Kabupaten Bandung Barat [7]. Pada penelitian ini digunakan data curah hujan setempat untuk menghitung intensitas hujan serta debitnya. Agregat yang digunakan untuk campuran beraspal porus pada penelitian ini adalah agregat yang berasal dari Batujajar.

Maka dari itu perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh penggunaan agregat batujajar pada campuran beraspal porus dengan gradasi ideal untuk mengidentifikasi kelayakan teknologi campuran beraspal porus terhadap jalan dengan lalu lintas rendah di daerah Kabupaten Bandung Barat.

2. HIPOTESIS

Hipotesis dari penelitian ini yaitu media campuran beraspal porus ini dapat membantu penyerapan air hujan di daerah Batujajar Kabupaten Bandung Barat.

3. METODOLOGI

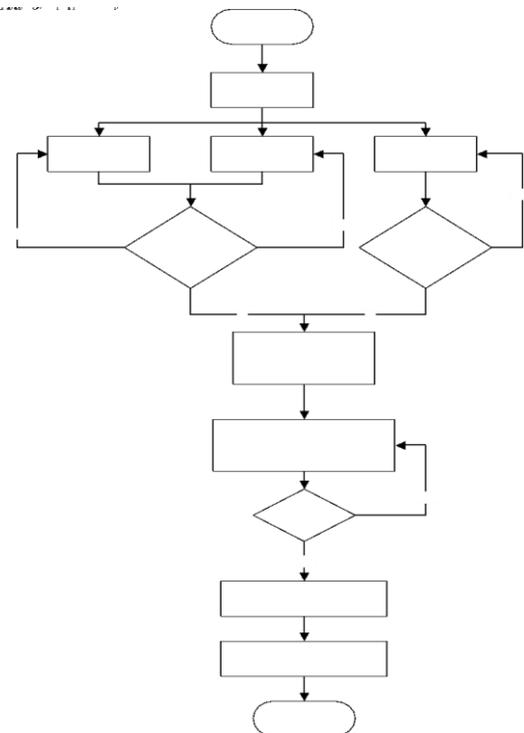
Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif dengan melakukan eksperimen langsung di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Polban. Eksperimen yang dilakukan berupa pembuatan benda untuk pengujian aspal dengan gradasi ideal porus berdasarkan Pusjatan, 2012. Berikut merupakan tahapan pada penelitian ini:

1. Pengujian material berupa aspal dan agregat dari daerah Batujajar yang terdiri dari split, screen, dan abu batu.
2. Setelah itu dilakukan pembuatan sampel berbentuk silinder dengan ukuran $d=10.16$ cm dan $t=6$ cm sesuai dengan Pusjatan, 2012 dengan KAO 6%.

Dengan persentase aspal yang digunakan yaitu P_b dari perhitungan DMF (*Design Mix Formula*).

3. Kemudian sampel dilakukan pengujian porositas, permeabilitas dan stabilitas.
4. Setelah itu dilakukan analisa data hasil pengujian sesuai RSN12 Campuran Aspal Porus dan SNI 15-2531-1991 serta perhitungan waktu perembesan air hujan.
5. Tahap terakhir yaitu membuat kesimpulan

Berikut merupakan bagan alir dari penelitian yang dilakukan:



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN ANALISIS

1. Pengujian Aspal

Pada penelitian ini aspal yang digunakan merupakan aspal pen 60/70 dengan hasil pengujian seperti pada **Tabel 1** berdasarkan RSN12 Campuran Aspal Porus. Persentase aspal yang digunakan untuk campuran benda uji yaitu dari nilai KAO sebesar 6%.

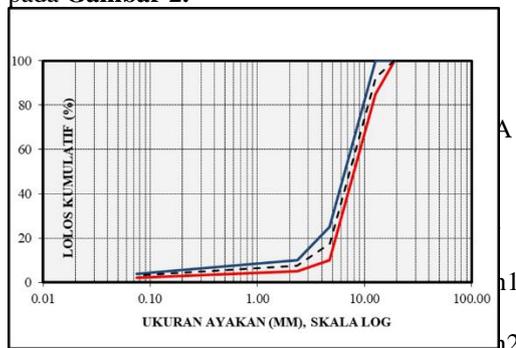
Tabel 1 Hasil Pengujian Aspal

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik (1 Divisi=0.1 mm)	69.80	Min. 60 Maks. 70
Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	514.25	≥300
Titik Lembek (°C)	49.50	Min. 48
Titik Nyala, Cleveland Open Cup (°C)	265	Min. 232
Daktilitas pada 250C, 5cm/menit (cm)	>100	Min. 100
Berat Jenis (gr/cm)	1.041	Min. .0
Kelarutan TCE (%)	99.32	Min. 99.0

Sumber: RSN12 Campuran Aspal Porus

2. Pengujian Agregat

Agregat yang digunakan terdapat 4 jenis yaitu Split, Screen, Abu Batu dan Filler yang berasal dari Semen PCC sebanyak 2%. Di bawah ini merupakan kurva gradasi ideal untuk campuran beraspal porus dengan spesifikasi gradasi Indonesia bukaan 19 mm pada Gambar 2.



Gambar 2 Kurva Gradasi Agregat

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa gradasi agregat untuk campuran beraspal porus yaitu gradasi ideal sesuai Pusjatan, 2012. Pada Tabel 4 dapat dilihat pengujian yang dilakukan pada agregat dari Batujajar.

3. Semen

Pada penelitian ini filler yang digunakan merupakan semen Gresik PCC. Penelitian yang dilakukan penelitian berat jenis yaitu 3.0 sehingga hasil tersebut sesuai dengan [8].

4. Pengujian Porositas

Pengujian volumetrik ini dilakukan melalui pengujian *marshall* untuk mengetahui nilai VIM atau Porositas pada campuran beraspal porus dengan kadar aspal optimum, 6%. Adapun Hasil pengujian volumetrik di penelitian ini dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian

Kode Briquet	Kepadatan	Berat Jenis Campuran Maksimum (teoritis)	Porositas
AP 1	1.952	2.363	17.375
AP 2	1.888	2.363	20.073
AP 3	1.897	2.363	19.727

5. Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui berapa debit air yang bisa dialirkan oleh suatu perkerasan aspal porus. Pada penelitian ini pengujian permeabilitas dilakukan dengan alat seperti pada Gambar 5. Nilai permeabilitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K = 2.3 \frac{A}{L} \frac{h_1}{h_2} \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad [9]$$

Dimana:

K = Koefisien permeabilitas air (cm/s),

A = Luas potongan melintang tabung (cm²)

L = Tebal spesimen (cm)

A = Luas potongan spesimen (cm²)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari h₁ ke h₂ (s)

h₁ = Tinggi batas air paling atas pada tabung (cm)

h₂ = Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm)



Gambar 3 Alat Uji Permeabilitas Aspal

Berikut merupakan hasil dari pengujian permeabilitas pada gradasi ideal porus pada **Tabel 5**.

6. Pengujian Stabilitas

Pengujian stabilitas untuk campuran beraspal porus disini dilakukan melalui pengujian *marshall* sesuai dengan pedoman RSNI M-01-2003. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Pengujian Marshall

Kode Briket	Stabilitas	
	Bacaan pada Alat (Divisi)	Konversi Proving Ring (Kg)
AP 1	205	460.0
AP 2	205	446.6
AP 3	189	421.1

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat

No	Jenis Pengujian	Split	Spesifikasi* Min. Maks.	Keterangan
1	Berat Jenis Bulk (gr/ml)	2,59	2,5 -	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD (gr/ml)	2,59	2,5 -	Memenuhi
3	Berat Jenis App (gr/ml)	2,74	2,5 -	Memenuhi
4	Penyerapan Air (%)	3,64	- 3%	Tidak Memenuhi
5	Nilai Abrasi (%)	22,12	- 30%	Memenuhi
6	Kadar Lolos No.200 (%)	1,08	- 1%	Tidak Memenuhi
7	Pengujian pipih lonjong (%)	9,68	- 5%	Tidak Memenuhi

No	Jenis Pengujian	Screen	Spesifikasi* Min. Maks.	Keterangan
1	Berat Jenis Bulk (gr/ml)	2,53	2,5 -	Memenuhi
2	Berat Jenis SSD (gr/ml)	2,60	2,5 -	Memenuhi

3	Berat Jenis App (gr/ml)	2,72	2,5 -	Memenuhi
4	Penyerapan Air (%)	2,80	- 3%	Memenuhi
5	Nilai Abrasi (%)	22,12	- 30%	Memenuhi
6	Kadar Lolos No.200 (%)	1,08	- 1%	Tidak Memenuhi
7	Pengujian pipih lonjong (%)	5,03	- 5%	Tidak Memenuhi

No	Jenis Pengujian	Abu Batu (Filler)	Spesifikasi* Min. Maks.	Keterangan
1	Berat Jenis Bulk (gr/ml)	2,35	2,5 -	Tidak Memenuhi
2	Berat Jenis SSD (gr/ml)	2,50	2,5 -	Memenuhi
3	Berat Jenis App (gr/ml)	2,75	2,5 -	Memenuhi
4	Penyerapan Air (%)	6,19	- 2%	Tidak Memenuhi
5	Sand Equivalen (%)	70,8	50% -	Memenuhi
6	Kadar Lolos No.200 (%)	0,08	- 5%	Memenuhi

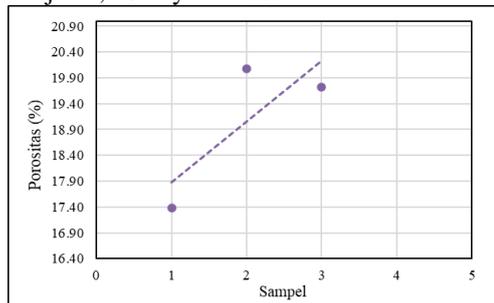
Tabel 5 Hasil Pengujian Permeabilitas

Sampe	L	t	A	a	h1	h2	K
	c m	de t	c m 2	c m 2	c m	c m	cm/ deti k
PP 1	7.	43	81	70	36	17	0.1
	1	.3	.1	.9	.3	.3	07
	2	20	46	11	28	28	
PP 2	7.	47	81	70	36	17	0.1
	3	.2	.7	.9	.1	.1	00
	0	33	30	11	94	94	
PP 3	7.	44	81	70	36	17	0.1
	3	.4	.1	.9	.1	.1	07
	0	97	62	11	70	70	

5. PEMBAHASAN

5.1. Porositas

Pada penelitian ini hasil dari pengujian porositas campuran beraspal porus dapat dilihat pada **Gambar 4**. Pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa rongga dalam perkerasan aspal porus menggunakan agregat dari Batujajar dengan gradasi porus ideal memiliki rongga yang besar. Standar nilai untuk perkerasan aspal porus berdasarkan Pusjatan, 2012 yaitu minimal 17%. **Gambar 4** menunjukkan bahwa semua titik berada di atas batas nilai standar minimal porositas Pusjatan, 2012 yaitu 17%.

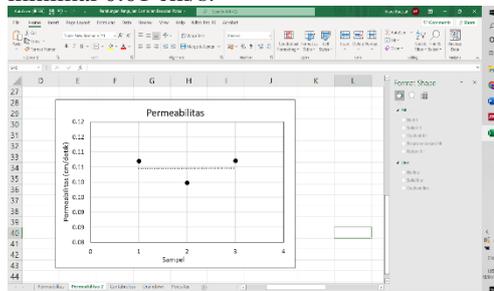


Gambar 4 Kurva Porositas

5.2. Permeabilitas

Permeabilitas mempunyai tujuan dimana sebuah campuran beraspal porus mempunyai kemampuan menyerap dan mengalirkan air [9]. Nilai dari permeabilitas sendiri merupakan perbandingan antara tinggi air yang melalui benda uji dengan lama waktunya. Hasil dari perbandingan kedua metode terhadap pengujian permeabilitas dapat dilihat pada grafik dibawah ini pada **Gambar 5**.

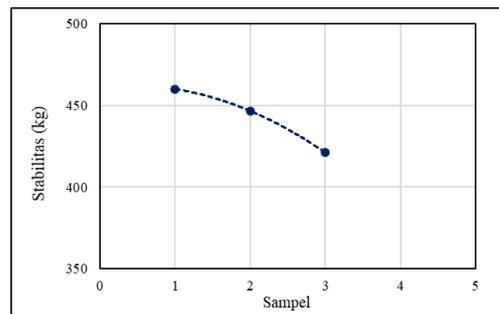
Berdasarkan **Gambar 5** menunjukkan nilai permeabilitas campuran beraspal porus dari rata-rata 3 buah benda uji dari yaitu sebesar 0.105 cm/s. Nilai tersebut memenuhi ketentuan permeabilitas aspal porus sesuai dengan Pusjatan, 2012 yaitu dengan nilai minimal 0.01 cm/s.



Gambar 5 Kurva Permeabilitas

5.3. Stabilitas

Pada penelitian ini nilai stabilitas yang dihasilkan benda uji dengan gradasi ideal memiliki nilai maksimum pada benda uji kedua yaitu sebesar 460.0 kg. Pada **Gambar 6** menunjukkan bahwa benda uji dengan campuran aspal porus dengan menggunakan agregat dari Batujajar untuk ketiga sampel menghasilkan nilai stabilitas di atas 350 kg. Sehingga nilai tersebut memenuhi standar nilai stabilitas campuran aspal porus Pusjatan 2012.



Gambar 6 Kurva Stabilitas

6. Penerapan Kelayakan Teknologi

Penerapan kelayakan teknologi campuran aspal porus menggunakan agregat Batujajar ini yaitu pada jalan sekitar daerah Kabupaten Bandung Barat.

6.1. Berdasarkan Nilai Stabilitas

Lalu lintas harian rata – rata (LHR) untuk jalan lokal berdasarkan Kementerian PUPR Dirjen Bina Marga, 2017 yaitu sebesar 500 kendaraan/hari. Berdasarkan tabel stabilitas dan kelelahan perkerasan aspal berdasarkan volume lalu lintas berdasarkan Departemen Pekerjaan Umum (1987) dalam [10] menunjukkan bahwa stabilitas minimum untuk lalu lintas ringan yaitu minimal 350 kg. Berdasarkan **Gambar 5** menunjukkan nilai stabilitas di atas 350 kg. Maka campuran aspal porus menggunakan agregat dari Batujajar dapat diaplikasikan pada jalan dengan volume lalu lintas ringan.

6.2. Berdasarkan Nilai Permeabilitas

Perhitungan waktu perembesan air menggunakan rumus dalam [5] sebagai berikut:

- Debit lapangan (metode rasional)

$$Q = 0.278 CIA$$

Dimana:

Q= Debit puncak banjir (m³/s)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah aliran sungai (km)

- Teori tentang aliran air
 Q = Kai

Dimana:

Q = Volume aliran (cm³/s)
 K = Koefisien permeabilitas (cm/s)
 A = Luas penampang (cm)
 i = Hidrolik gradien

- Kecepatan aliran
 $V_s = K \times i$

Dimana:

V_s = Kecepatan aliran melalui pori (cm/s)
 K = Koefisien permeabilitas (cm/s)
 i = Hidrolik gradien
 n = porositas (%)

- Waktu perembesan
 $t = s/V_s$
Dimana:

t = Waktu perembesan (s)
 s = Jarak maksimum aliran/ seepage (cm)
 V_s = Kecepatan aliran (cm/s)

Hasil perhitungan permeabilitas dengan asumsi intensitas curah hujan sebesar 291.3 mm/jam berdasarkan jurnal dari Hasan, 2021 [6]. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dengan periode ulang 10 tahun, dimulai dari tahun 2002-2013. Pada perhitungan didapatkan waktu perembesan air dari permukaan jalan menuju ke saluran air adalah sebesar 2.08 menit. Nilai permeabilitas campuran aspal porus hasil dari penelitian ini yaitu sebesar 0.105 cm/detik. Kemudian apabila dibandingkan nilai intensitas hujan yang ada di Kabupaten Bandung Barat yaitu sebesar 0.081 cm/detik [5] dapat disimpulkan bahwa tidak akan terjadi genangan pada permukaan perkerasan campuran tersebut karena kecepatan aliran campuran lebih besar. Maka dari itu dengan penggunaan campuran beraspal porus di jalan sekitar Kabuptaen Bandung Barat, genangan air akibat hujan yang terjadi pada jalan akan teratasi

7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Campuran Aspal porus dengan menggunakan agregat dari Batujajar menghasilkan nilai rata-rata porositas sebesar 19.058%; stabilitas 442.596 kg; dan permeabilitas 0.105 cm/s. Campuran aspal porus dapat diterapkan di jalan dengan volume lalu lintas ringan di daerah Batujajar. Dengan asumsi nilai intensitas hujan di daerah Kabupaten Bandung Barat sebesar 0.081 cm/detik, campuran aspal porus dapat menyerap air selama 2.08 menit. Dengan nilai permeabilitas yang dihasilkan dari pengujian permeabilitas disimpulkan bahwa tidak akan terjadi genangan air dengan intensitas hujan 0.081 cm/detik. Maka dari itu penggunaan agregat Batujajar untuk campuran beraspal porus memberikan pengaruh yang baik terhadap genangan air akibat hujan.

7.2. Saran

Campuran aspal porus dengan modifikasi aspal bisa dilakukan untuk meningkatkan stabilitas agar perkerasan campuran aspal porus yang berwawasan lingkungan dapat dikembangkan menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah mendanai dan memberikan dukungan berupa bantuan lapangan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sulistiyatno, M. D. Fajri, I. B. Mochtar, A. A. Kartika, and M. A. Maulana, "Studi Pengaruh Genangan Air Terhadap Kerusakan Jalan Aspal dan Perencanaan Subdrain Untuk Ruas Jl. Rungkut Industri Raya, Jl. Rungkut Kidul Raya, Surabaya," *J. Tek. POMITS Vol. 1 No. 1*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [2] J. Suparmanto, M. Bisri, and R. W. Sayekti, "Berbasis Konservasi Air Di Kota Kupang Das Dendeng – Merdeka Propinsi Nusa Tenggara Timur."
- [3] I. W. Muliawan, "Dampak Genangan Air Hujan Terhadap Kondisi," *Paduraksa*, vol. 8, no. 1, pp. 44–50, 2019.

- [4] N. T. Sembung, T. K. Sendow, and ..., "Analisa Campuran Aspal Porus Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon," *J. Sipil ...*, vol. 8, no. 3, pp. 345–352, 2020.
- [5] Q. Ayun and C. A. Prastyanto, "Analisis Pengaruh Variasi Gradasi Aspal Porus Terhadap Parameter Marshall dan Permeabilitas," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 1, p. 55, 2021, doi: 10.12962/j2579-891x.v19i1.8482.
- [6] Diana.I.W, "Studi Rongga Menerus Dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapis Ganda," *J. Transp.*, vol. VOL 4, no. 2, pp. 85–98, 2004.
- [7] djumari and D. Sarwono, "Perencanaan Gradasi Aspal Porus menggunakan Material Lokal dengan Metode Penempatan Kering," *Media Tek. Sipil*, vol. 9, pp. 9–14, 2009.
- [8] Anonim, "SNI 15-2531 : Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland," *Badan Standar Nas.*, p. 2531, 1991.
- [9] D. Sarwono and A. K. Wardhani, "Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt," *Media Tek. Sipil*, pp. 131–138, 2007.
- [10] A. V. R. Sihombing, "Pengaruh Penggunaan Agregat Dari Sumber Yang Berbeda Terhadap Kinerja Campuran Beraspal Porus," vol. 20, no. 3, pp. 181–190, 2020.